Ueber den Einfluss

des

Sonnenlichtes auf Mikroben.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medicinischen Doctorwürde

der

medicinischen Facultät der Universität Rostock

vorgelegt von

Max Raspe,

approb. Arzt aus Schwerin i. M.,

Assistent am hygienischen Institut zu Rostock.

Schwerin 1891.

Druck der Bärensprungschen Hofbuchdruckerei.

Ueber den Einfluss

des

Sonnenlichtes auf Mikroben.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medicinischen Doctorwürde

der

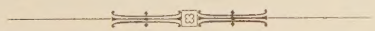
medicinischen Facultät der Universität Rostock

vorgelegt von

Max Raspe,

approb. Arzt aus Schwerin i. M.,

Assistent am hygienischen Institut zu Rostock.



Schwerin 1891.

Druck der Bärensprungschen Hofbuchdruckerei.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553619_0165

Unter den hygienisch belangreichen Factoren spielt das Sonnenlicht eine hervorragende Rolle. Es regt den Stoffwechsel des Menschen an, vermehrt die Sauerstoffaufnahme und die Kohlensäureausscheidung durch die Athmung. Auch auf das Auge wirkt das Sonnenlicht, insofern es bei allzu starker Einwirkung leicht Netzhauterkrankungen und vollständige Blindheit hervorruft, während mangelhafte Tagesbeleuchtung durch Anstrengung der Augenmuskeln Verlängerung der sagittalen Augenachse und somit Myopie herbeiführen kann. Ausserdem beeinflusst es die Gemüthsstimmung des Menschen in hervorragender Weise. Eine weitere Bedeutung gewinnt es dadurch, dass es die Oxydation der organischen Substanzen in der Luft befördert und die Pflanzen befähigt, Kohlensäure aufzunehmen und in Kohlenstoff und Sauerstoff zu zerlegen, von welchen letzterer wieder der Luft, die der Mensch einathmet, zu Gute kommt.

Endlich wird auch von den Meisten angenommen, dass das Sonnenlicht die Fähigkeit besitze, Mikroorganismen zu tödten und dadurch die Gesundheit des Menschen in günstigem Sinne zu beeinflussen. Die Angaben der Autoren über diese letztgenannte Fähigkeit des Lichtes sind aber zum Theil so unbestimmt, zum Theil so widersprechend, dass ich es für der Mühe werth hielt, durch eigene Versuche grössere Klarheit über dieselbe zu gewinnen.

Bevor ich aber zur Beschreibung meiner Versuche übergehe, möchte ich eine möglichst chronologische Ueber-

sicht über die Litteratur, die sich mit der Einwirkung des Sonnenlichtes auf die Mikroben beschäftigt, geben. Ich habe mich hierbei bis zu den Arbeiten des Jahres 1888 an die später zu erwähnende Arbeit von Raum angeschlossen, weil mir die Originalarbeiten nicht alle zugänglich waren und die Abhandlung Raum's die Litteratur bis zu jenem Zeitpunkte sehr vollständig mittheilt.

Am 6. December 1877 erschien die erste Arbeit über den Einfluss des Sonnenlichtes auf die Mikroben, von den Engländern Downes und Blunt unter dem Titel: „Researches on the effect of light upon bacteria and other organismes" in den Proceedings of The Royal Society of London, Band 26, Seite 488.

Downes und Blunt prüften wie alle Forscher bis zum Jahre 1885 nur den Einfluss des Lichtes auf Mikroben überhaupt, nicht auf bestimmte Arten derselben. Als Nährboden gebrauchten sie Pasteur'sche Lösung, Runkelrübenaufguss, Heuinfus und frischen Urin, sowie eine Lösung von Syrup in Wasser. Die besonnten Mikroben waren zufällig in diese Nährflüssigkeit hineingerathen oder absichtlich hineingebracht. Zunächst beobachteten jene Autoren die Wirkung des vollen Sonnenlichtes auf die Mikroben, später aber auch die der einzelnen Strahlen des Spectrums, indem sie ihre Kulturen in Kästen aus farbigem Glas brachten, sowie auf Kulturen, die in Reagensgläsern, aus denen die Luft ausgepumpt war, untergebracht waren.

Am Schlusse ihres Werkes resumiren die beiden Forscher die Ergebnisse ihrer Versuche folgendermassen:

1) Das Licht übt einen nachtheiligen Einfluss auf die Entwickelung von Bacterien und sonstigen mikroskopischen Pilzen aus, welche bei Fäulniss und Zersetzung eine Rolle spielen; sein Einfluss auf die letztgenannten Organismen ist aber weniger stark als auf die zuerst genannten.

2) Unter günstigen Bedingungen verhindert das Licht die Entwickelung der bezeichneten Mikroben gänzlich, unter weniger günstigen vermag es dieselbe nur zu verlangsamen.

3) Die directen Sonnenstrahlen sind in dieser Beziehung am stärksten, doch kommt die nachtheilige Eigenschaft auch dem diffusen Lichte zu.

4) Sofern die angestellten Versuche ein sicheres Urtheil erlauben, ist die soeben erwähnte Eigenschaft vornehmlich, aber nicht allein, den am meisten brechbaren Strahlen des Spectrums zuzuschreiben.

5) Die Kulturflüssigkeit büsst durch Insolation an ihrem Nährwerthe garnichts ein.

6) Die in der Nährflüssigkeit befindlichen Keime können durch blosse Einwirkung des Lichtes getödtet werden, wodurch eine fäulnissfähige Flüssigkeit vollkommen steril gemacht wird.

7) Das Licht kann die Auskeimung der im luftleeren Raum befindlichen Sporen nicht verhindern.

Am 14. December 1877 erschien in den „Chemical News" eine Abhandlung von Warrington über die Bildung des Salpeters, worin er nachweist, dass die durch Bacterien hervorgerufene Bildung von Salpeter nur im Dunkeln, nie im Lichte erfolgt.

In demselben Jahre erschien in den „Comptes rendus hebdomad. des séances de l'académie des sciences LXXXV, pag. 1018" eine Arbeit: „Sur la nitrification par des ferments organisés", in welcher behauptet wird, Salpeter bilde sich im Lichte und in der Dunkelheit.

Eine Arbeit von Soyka in der Zeitschrift für Biologie 1878, Bd. 14, pag. 466, betitelt: „Ueber den Einfluss des Bodens auf die Zersetzung organischer Substanzen" berichtet, dass die Dunkelheit die Salpeterbildung zuerst hemme, dann aber bewirke, dass sie rascher von Statten gehe.

Am 19. December 1878 machten Downes und Blunt in ihrer Arbeit: „On the influence of light upon

protoplasme“ in den „Proceedings of The Royal Society of London“ Mittheilung über die Fortsetzung ihrer im vorigen Jahre angestellten Versuche.

Sie prüften abermals die Wirkung der einzelnen Strahlen des Spectrums auf die Mikroben in der oben angegebenen Weise und kamen zu dem Resultate, dass die rothen Strahlen nur in geringem Grade die Bacterien an der Auskeimung hinderten, während die blauen dieselbe vollständig inhibirten. Ausserdem wiesen sie nach, dass das Licht der Sonne nur bei gleichzeitiger Anwesenheit von Sauerstoff eine Wirkung auf die insolirten Keime äussere und dass diese Wirkung mit der Menge des vorhandenen Sauerstoffes sich steigere. Nach der Ansicht der Verfasser zerstört der Sauerstoff das Protoplasma der Mikroben und macht dieselben unfähig, sich weiter zu entwickeln. Ferner fanden Downes und Blunt, dass der Einfluss des Lichtes auf die Mikroben sich nach der Beschaffenheit des Nährbodens richtet und dass die Keime der Mikroben nicht in Nährflüssigkeit exponirt zu werden brauchen, um durch die Insolation vernichtet zu werden, sondern dass sie auch in angetrocknetem Zustande getödtet werden.

Am 19. December 1878 erschien in den „Proceedings of The Royal Society of London“ eine Arbeit von Tyndall, betitelt: „Note of the influence exercised bi light on organic infusions“, die das Gegentheil von dem erwies, was Downes und Blunt behauptet hatten. Tyndall war es nicht gelungen, seine mit Keimen geimpften Nährflüssigkeiten durch Insolation zu sterilisiren.

Die nächste über unseren Gegenstand veröffentlichte Arbeit rührt ebenfalls von Tyndall her und ist betitelt: „On the arrestation of infusorial life“. Sie ist zu finden in der „Nature“ Vol. XXIV, pag. 466. Der Verfasser kommt in derselben zu dem Schluss, dass die Insolation nicht tödtend, sondern nur lähmend auf die Bacterien wirke und dass die wirksamen Bestandtheile des Sonnen-

lichtes entweder von der Nährflüssigkeit oder von den Bacterien selbst absorbirt werden.

Am 13. Juli 1882 veröffentlichte James Jamieson (The influence of light on the development of bacteria. Nature. 13. Juli 1882. Vol. XXVI, pag. 244. — The influence of light on bacteria. Trans. and Proceed. of The Royal Society of Victoria. Vol. XX, pag. 2—6) einen Aufsatz, der im wesentlichen die von Downes und Blunt gemachten Erfahrungen bestätigte, ausserdem aber hervorhob, dass das Sonnenlicht nur in Verbindung mit angemessener Wärmewirkung im Stande sei, die Keime zu tödten. Den Misserfolg der seiner Zeit von Tyndale angestellten Versuche sucht er dadurch zu erklären, dass die Mengen der insolirten Nährflüssigkeiten zu grosse waren, um von dem Licht und der Wärme der Sonne beeinflusst zu werden.

Downes suchte in einer Arbeit (Trans. and. Proceed. of The Rogal of Society Victoria. Vol. XX, pag. 1—2) nachzuweisen, dass Jamieson's Behauptung, nur Licht und Wärme zusammen wären im Stande, Bacterien zu tödten, irrthümlich sei.

In Pflüger's Archiv für Physiologie 1883, Bd. XXX, S. 95, liefert Engelmann einen Aufsatz: „Bacterium Photometricum; ein Beitrag zur vergleichenden Physiologie des Licht- und Farbensinnes", in welchem er feststellt, dass das B. photometricum, welches er im Rheinwasser fand, in der Dunkelheit unbeweglich wird, im Licht aber seine Beweglichkeit wiedererlangt, und dass diese Beweglichkeit ausserdem nicht an die Gegenwart von Sauerstoff gebunden ist.

Die bisher beschriebenen Forschungen galten bis auf die letzte der Einwirkung des Sonnenlichtes auf die Mikroben im allgemeinen. Der Einfluss des Sonnenlichtes auf die einzelnen Arten derselben war noch nicht zum Gegenstand eingehender Untersuchungen gemacht.

Erst mit dem Jahre 1885 erschienen Arbeiten, welche Forschungen letzterer Art beschrieben.

Als die ersten finde ich die Arbeiten von E. Duclaux: „Influence de la lumière du soleil sur la vitalité des germes des microbes.“ Compt. rend. hebdomad. des séances de l'académie des sciences. 12. Janvier 1885. tome C. p. 119 u. „Sur la durée de la vie chez les germes des Microbes“. Ann. de chim. et de phys. Mai 1885. 6. Ser. tome V, pag. 57. Durch dieselben stellte er fest, dass die Dauerformen von Bacterien sich dem Lichte gegenüber resistenter zeigen als die Wuchsformen, dass gewisse Arten dem Lichte besser widerstehen als andere und dass die Lichtwirkung von der Lichtstärke und von der Nährflüssigkeit abhängt. Duclaux bediente sich zu seinen Versuchen des Tyrothrix scaber, des T. filiformis und T. geniculatus.

Zwischen den beiden Arbeiten von Duclaux erschien eine Abhandlung von Arloing am 9. Februar 1885 in den „Compt. rendus hebd. des séances de l'académie des sciences tome C. p. 378“, betitelt: „Influence de la lumière sur la végétation et les propriétés pathogènes du Bacillus anthracis“, die sich mit dem Einfluss des Gaslichtes auf Sporen und Scheinfäden des Anthraxbacillus beschäftigt. Das Resultat der Arloing'schen Untersuchungen kann kurz folgendermassen resumirt werden: Die Wirksamkeit der Lichtstrahlen nimmt zu vom Dunkel zu roth, von roth zu weiss, von weiss zu blau und violett. Die letzteren haben einen hemmenden Einfluss auf das Wachsthum der Anthraxsporen und Anthraxfäden. Merkwürdiger Weise soll nach Arloing das violette Licht die Virulenz steigern. Im diffusen Gaslampenlicht und in der Dunkelheit entwickelt sich Anthrax sehr gut, intensives Gaslicht verzögert sein Wachsthum.

Der zweiten Arbeit von Duclaux war am 5. August 1885 eine dritte, welche sich mit dem Einfluss des Sonnenlichtes auf die Kokken beschäftigt, gefolgt.

Sie ist in den Compt. rend. tome C. 1 unter dem Titel: „Influence de la lumière du soleil sur la vitalité de micrococcus“ abgedruckt. Das Resultat dieser Arbeit gipfelt in der wohl anfechtbaren Behauptung, dass das Sonnenlicht das beste Mittel zur Vernichtung von Mikroorganismen sei und als solches von der Hygiene empfohlen werden müsse. Im Uebrigen erweist Duclaux, dass die Kokken dem Sonnenlichte gegenüber weniger resistent sind, als die Bacillen. Er bediente sich bei seinen Untersuchungen Kokken, die er bei Furunculosis, Folliculitis agminata, Pemphigus und Impetigo contagiosa fand, sowie des Micrococcus de Clou de Biskra.

Der dritten Arbeit von Duclaux schliessen sich im August 1885 noch zwei weitere Arbeiten von Arloing an, welche sich wiederum mit dem Einflusse des Sonnenlichtes auf das Gedeihen des Milzbrandbacillus beschäftigen. Zu finden sind sie beide in den Compt. rendus. Die erste tome C. 1. p. 511, die zweite pag. 535. Betitelt ist die erste: „Influence du soleil sur la végétabilité de spores du Bacillus anthracis“, die zweite: „Influence du soleil sur la végétation, la végétabilité et la virulence des cultures du Bacillus anthracis“. Arloing fand, dass eine Belichtung von zwei Stunden im Sommer genügt, um die Sporen des Anthraxbacillus zu vernichten, dass eine kürzere Insolation ihre Entwicklung verzögert, während sie in der Dunkelheit schon nach 8 bis 12 Stunden auskeimen. Die farbigen Strahlen des Spectrums vermögen nach Arloing nicht, die Entwicklung der Sporen zu hindern. Das Gleiche gilt von der Gesammtheit der Sonnenstrahlen, wenn sie destillirtes Wasser passiren muss. Werden Anthraxsporen in Bouillon zur Auskeimung gebracht, so erfordert die Vernichtung der ausgewachsenen Scheinfäden eine Insolation von 26 bis 30 Stunden. Ausserdem ermittelte der Verfasser, dass von insolirtem Material abgeimpfte Kulturen langsamer wachsen, als solche, die von nicht insolirtem Material abgestochen

wurden, dass die abgeimpfte Kultur leichter durch Insolation zu vernichten ist, als die ursprüngliche, und weniger virulent ist, als die Mutterkultur.

Im Jahre 1885 erschien noch in dem „Recueil de Medecine vétérinaire“ eine Arbeit von Nocard, der behauptete, das Sonnenlicht vernichte nicht die Sporen, sondern die Scheinfäden des Anthrax, daher sei der Anthrax so leicht durch Insolation abzutödten.

In einem Aufsatze von Wettstein (Sitzungsberichte der Wiener Akad. d. W. 91 [1—4]) über den Rhodomyces, der dem Soorpilz nahe verwandt ist, findet sich die Angabe, dass die Keimung der Gonidien unter Lichtabschluss rascher erfolgt, als im Lichte. Der im December 1885 in den „Proceedings of The Royal Society of London“, 14. January 1886, Vol. XI, p. 14 von Downes veröffentlichte Aufsatz: „On the action of sunlight on microorganismus etc., with a demonstration of the influence of diffused light“ bringt im Wesentlichen nichts Neues.

Auch ein 1886 im „Archive de physiologie normale et pathologique tome VII, No. 3, p. 209 bis 235 erschienener Aufsatz von Arloing „Influence de la lumière blanche et de ses rayons constituants sur le développement et les propriétés du bacillus anthracis“ wiederholt nur die Resultate früherer Arbeiten desselben Verfassers. Neu ist, dass nicht alle durchsichtigen, farblosen Flüssigkeiten, z. B. Alaunlösungen, im Stande sind, die durch sie hindurchtretenden Sonnenstrahlen, den Anthraxsporen gegenüber unwirksam zu machen, wie es beim destillirten Wasser der Fall ist.

Am Schluss des Aufsatzes finden wir die vom Verfasser bislang gefundenen Resultate in folgender Weise formulirt:

1) Das Gaslicht schwächt das Wachsthum des Milzbrandbacillus etwas ab.

2) Das Licht der Sonne im Sommer verringert die Wachsthumsfähigkeit der Milzbrandfäden und vermag die Kulturen in eine Reihe von Schutzlymphen zu verwandeln.

3) Das Licht der Sonne während des Sommers verhindert den Auskeimungsprocess der Sporen, wenn die Strahlen leicht in das Innere der Kulturflüssigkeit dringen können.

4) Diese Wirkungen werden nur durch das volle Licht, nicht durch irgend eine der dasselbe zusammensetzenden Strahlenarten erzielt.

5) Die Wirkungen stehen im geraden Verhältniss zur Lichtstärke und zur Durchsichtigkeit der Nährmedien.

6) Das Licht ist ein sehr wichtiger biologischer Factor für Mikroben.

7) Das Licht ist wahrscheinlich ein Abschwächungsmittel für noch viele andere, wenn nicht für alle virulenten Mikroben.

Noch im Jahre 1886 wurde wieder eine Stimme laut, die gegen die Annahme Arloing's, es handele sich um die Vernichtung der Anthraxsporen selbst bei Belichtung von sporenhaltigem Material, sprach. Strauss war es, der in diesem Jahre in der „Société de Biologie pag. 473“ eine Lanze für die Behauptung Nocard's, dass nicht die Sporen, sondern die Scheinfäden getödtet würden, brach. Er suchte seine Angaben durch Versuche zu begründen.

Im Jahre 1886 macht Lübbert in seinem Werke „Biologische Spaltpilzuntersuchung“ in dem Abschnitt „Der Staphylococcus pyogenes aureus und der Osteomyelitiscoccus, Würzburg 1886, p. 14,“ uns mit dem negativen Ergebniss seiner Untersuchungen, betreffend die Einwirkung des Lichtes auf den Staphylococcus pyogenes aureus bekannt. Als Nährboden benutzte er Gelatine. Der gelbe Eiterkokkus war noch nach viermonatiger Einwirkung virulent.

Eine in den „Annales de l'institut Pasteur“ am 25. Februar 1887 erschienene Arbeit von Duclaux resumirt die Resultate sämmtlicher über unseren Gegenstand erschienener Arbeiten und sucht den Grund der Abtödtung der Mikroben durch Sonnenlicht in einer Oxydation der Nährsubstanz oder des Protoplasmas der Keime. Daher sei es in gesundheitlicher Beziehung sehr zu empfehlen, Luft und Sonne überall den Zutritt zu gewähren.

Im Jahre 1887 kam die „Allgemeine Pathologie von Klebs, Jena 1887“ heraus, in der wir pag. 85, 97 und 131 unser Thema gestreift finden. Neues wird in dem Buche nicht gebracht.

Schon im März 1887 schrieb Arloing eine Widerlegung der von Nocard und später von Strauss in Betreff der Abtödtung von Anthrax aufgestellten Behauptungen. (Compt. rendus. 7. Mars 1887 t. C. N. p. 701.) Bei dieser Gelegenheit konstatirte er auf Grundlage von Versuchen, dass die Wärme allein die Kulturen in ihrem Wachsthum nicht beeinträchtige. Zum Schlusse empfiehlt der Verfasser, Weideflächen, die mit Milzbrand inficirt sind, dadurch gesund zu machen und zu desinficiren, dass man alles entfernt, was sie beschattet.

Am 25. September 1887 erschien in den „Annales de l'institut Pasteur“ eine Abhandlung: „De l'action de la lumière et de l'air“ von Dr. Roux, dem Assistenten Pasteur's. Auf Grund seiner sehr eingehenden und sorgfältigen Beobachtungen kommt Roux am Schlusse seiner Arbeit zu folgenden Ergebnissen:

1) Die Milzbrandsporen widerstehen dem Licht der Sonne im flüssigen Nährmedium eine lange Zeit — länger als 2 oder 6 Stunden —.

2) Sie werden viel schneller getödtet, wenn sie zugleich der Einwirkung des Lichtes und der Luft exponirt werden.

3) Die Bouillon, welche durch den oxydirenden Einfluss des Lichtes alterirt wurde, hemmt die Auskeimung der Sporen, nicht aber das Wachsthum der Scheinfäden, weshalb es scheint, als ob

4) die Widerstandsfähigkeit der Sporen des Milzbrandbacillus gegenüber dem Lichte geringer sei, als diejenige der Fäden.

Ein in den „Annales de l'institut Pasteur" am 25. December 1887, No. 12, pag. 595 veröffentlichter Brief Arloing's an Duclaux über die Roux'sche Abhandlung bringt nichts Neues.

Dagegen haben die Untersuchungen Gaillard's (De l'influence de la lumière sur les Micro-Organismes. Lyon 1888.) ein allgemeines Interesse. Gaillard, der den Einfluss des Sonnenlichtes auf den Bacillus fluorescens, Bacillus anthracis, den Typhusbacillus, Staphylococcus pyogenes aureus, Micrococcus prodigiosus, Penicillium glaucum, Oidium albicans und Rosahefe untersuchte, kam zu folgenden Resultaten:

1) Das Licht der Sonne regt die Beweglichkeit gewisser Bakterien an, sobald es das Freiwerden des Sauerstoffes um dieselben veranlasst.

2) Das Licht der Sonne begünstigt die Farbstofferzeugung durch chromogene Bacterien wenig.

3) Die Bacterien in ihrer Gesammtheit und mehrere pathogene Bacillen und Mikrokokken im Speciellen (sowohl im Vegetations- als auch im Dauerstadium) verlieren unter der Einwirkung der Sonnenstrahlen die Fähigkeit zur Fortentwicklung sehr schnell.

4) Die Schnelligkeit, mit welcher ihre Vegetabilität schwindet, ist verschieden, je nachdem das Nährmedium, von dem sie eingeschlossen sind, beschaffen ist.

5) Durch die Belichtung von bestimmter Dauer kann ihre Virulenz derartig abgeschwächt werden, dass sie nunmehr als Schutzlymphen angewandt werden können.

6) Das Sonnenlicht leistet der Entwicklung mehrerer Arten von Schimmel und Hefe Vorschub.

7) Die Wirkung des Lichtes wird durch die Anwesenheit von Luft stärker, durch die Abwesenheit geringer.

8) Jede der verschiedenen Strahlensorten des Spectrums besitzt eine ihr eigenthümliche Wirkung und zwar eine schwächere, als die des zusammengesetzten Lichtes.

9) Die Wirksamkeit des letzteren hängt zusammen mit der Stärke seiner leuchtenden Strahlen.

In den Annales d'Hygiène etc. 1888, p. 448—451, findet sich unter dem Titel: „Influence de la lumière dans la destruction des bactéries pour servir à l'étude du tout à l'égout" eine Arbeit Dandrieu's, in der bewiesen wird, dass im Schmutzwasser unter der Wirkung photochemischer Strahlen Bacterien wachsen, die aus der in demselben enthaltenen Kohlensäure Sauerstoff frei machen, welch letzterer dann die Keime durch Oxydation vernichtet.

Untersuchungen von Serrano E. Fatigati (Influence des divers couleurs sur le développement et la respiration des infusoires. Compt. rend. t. LXXXIX p. 595) stellen fest, dass violettes Licht die Bacterienentwicklung befördert, grünes sie aber hemmt.

Im März 1889 veröffentlichte Uffelmann in der „Wiener Klinik" eine Arbeit „Die hygienische Bedeutung des Sonnenlichts". Auf p. 93 bis 95 finden sich Angaben, welche sich auf unseren Gegenstand beziehen. Uffelmann zeichnet in grossen Zügen die Resultate der bis zum Jahre 1889 über den Einfluss des Sonnenlichtes auf die Mikroparasiten angestellten Forschungen, in Sonderheit betont er, dass das Sonnenlicht nicht im entferntesten alle Bacterien beeinflusse und tödte, wie dies von Downes behauptet worden sei.

Die Richtigkeit der Untersuchungen Arloing's bestätigt er auf Grund eigener Versuche. Dagegen hatten seine Insolationsversuche mit dem Friedländer'schen

Pneumoniekokkus, dem Eberth'schen Bacillus und dem Finkler-Prior'schen Bacillus ein negatives Resultat.

Bald darauf, schon im Mai 1889, erschien in der Zeitschrift für Hygiene 1889, 6. Band, 2. Heft, pag. 312, ein Aufsatz von Raum in Warschau, betitelt: „Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse über den Einfluss des Lichtes auf Bacterien und auf den thierischen Organismus", in welchem unter I eine, wie schon gesagt ist, recht vollständige Uebersicht über die bis 1888 über unseren Gegenstand erschienene Litteratur gegeben wird. In einer Anmerkung sagt der Verfasser: „Ich gedenke vor allen Dingen den Einfluss des Lichtes auf Bacterien von Neuem unter mannigfaltigen Variationen der Versuchsbedingungen experimentell zu prüfen." Bisher sind die Resultate dieser Prüfungen aber noch nicht veröffentlicht worden.

Patella macht uns in einer Abhandlung mit dem Vorkommen des Weichselbaum-Fränkel'schen Pneumoniekokkus bei Pneumoniekranken im Lungensafte bekannt und untersucht eingehend seine Lebensbedingungen. Unter anderen sucht er experimentell den Einfluss des Sonnenlichtes auf diesen Kokkus zu konstatiren und kommt zu dem Resultate, dass derselbe durch Sonnenlicht rasch vernichtet wird. Die Abhandlung ist in den „Annali dell' istituto d'igiene di Roma I, Serie I, pag. 164 zu finden.

Ausserdem erschien im Jahre 1889 eine Arbeit von Onimus: „Action de la lumière sur les microbes." Thèse. Paris 1889", die nichts Neues bietet und sich in ihrer Hauptsache auf die Arbeiten von Arloing, Duclaux und anderer französischer Gelehrten, welche über den Einfluss des Sonnenlichtes auf die Mikroben arbeiteten, bezieht.

Im Jahre 1890 erschienen zahlreiche Beiträge zur Litteratur unseres Gegenstandes.

Von diesen verdient unstreitig die Mittheilung Robert Koch's, welche er in einem Vortrage auf dem

X. internationalen medicinischen Congress machte, dass nämlich auch Tuberkelbacillen durch das Sonnenlicht getödtet werden, das weitgehendste Interesse. Hierzu genügt, wenn die Nährflüssigkeit nicht eine allzu grosse Tiefe besitzt, eine Insolation von wenigen Minuten resp. Stunden. Auch das diffuse Tageslicht vermag nach R. Koch schon innerhalb weniger Tage die Tuberkelbacillen abzutödten.

Ausser dieser Aeusserung Koch's über den Einfluss des Sonnenlichtes resp. diffusen Tageslichtes finde ich im „Wratsch", einer polnischen Zeitschrift, 1890, No. 37, folgende Bemerkung Favitzky's: „Phthisisches Sputum bei Zimmertemperatur an Leinen getrocknet, behält die Virulenz höchstens 2½ Monate, gleichgut ob im Lichte oder im Dunkeln".

Eine von Santori Saverio in den „Annali dell' istit. d'igiene di Roma II, Serie 2, pag. 121," veröffentlichte Arbeit beschäftigt sich mit dem Einfluss des Sonnenlichtes und electrischen Lichtes auf den Bacillus anthracis, Bacillus cholerae asiaticae, Bacillus Eberth's und Staphylococcus pyogenes aureus. Es wurden die genannten Mikroben der Sonne 2 bis 47 Stunden exponirt und die Temperatur im Innern der Nährflüssigkeit festgestellt. Bei niedriger Temperatur büsst das Sonnenlicht an Wirksamkeit wenig ein, dagegen steigt dieselbe bei höheren Wärmegraden. Ausserdem wurde die Wirkung der einzelnen Strahlen des Spectrums einer Untersuchung unterzogen. Die violetten und rothen Strahlen vernichten nach dem Ergebniss derselben die Mikroben nicht. Die Wirkung der Insolation auf Mikroben in einem feuchten Nährmedium ist eine intensivere als auf Mikroben im angetrockneten Zustande.

Tizzoni und Cantani untersuchten den Einfluss des Sonnenlichtes auf Tetanusbacillen und Tetanussporen, und legten die Ergebnisse ihrer Forschungen im Archiv für experim. Pathol. XXVIII 1 und 2, nieder.

Sie exponirten Tetanuskulturen in Nährgelatine, indem sie das Glas mit der zu insolirenden Kultur in ein zweites Glas mit destillirtem Wasser brachten, welches in dünner Schicht das erste umgab. Sie fanden, dass die solcherart exponirten Kulturen bald zu Grunde gingen. Wurde anstatt Gelatine ein nicht durchsichtiges Nährsubstrat, z. B. Blutserum, angewandt, so waren, ebenso wie bei an Seidenfäden angetrockneten Tetanusbacillen, 5½ monatliche Insolationen nicht im Stande, den Tetanus zu tödten. Das Licht tödtete ihn leichter bei gleichzeitiger Gegenwart von Sauerstoff.

Diese letztere Behauptung wird von Vaillard und Vincent in „La sem. médicale 1890, No. 511," dahin modificirt, dass das Sonnenlicht bei Abschluss von Sauerstoff überhaupt den Tetanus nicht zu vernichten vermag.

Im Centralblatt für Bacteriologie VIII, No. 6 ff., sind die interessanten Versuche Janowki's über den Einfluss des Lichtes auf die Typhusbacillen veröffentlicht. Janowski gieb an, dass mit Typhusvirus geimpfte Bouillon nach sechsstündiger Insolation steril sei. Wurde die gleiche Bouillon täglich 8 Stunden dem diffusen Tageslicht exponirt, und in der Zwischenzeit dunkel aufbewahrt, so wurde die Entwickelung gehemmt. Im Uebrigen soll Bouillon sich 16 bis 20 Stunden nach der Impfung mit Typhusbacillen in der Dunkelheit trüben, im diffusen Licht nach 24 bis 28 Stunden.

Giundi endlich veröffentlichte 1890 in „Le stazione speriment. agric. ital. No. 511" die Resultate seiner Versuche über die Einwirkung des Sonnenlichtes auf den Erreger der Essiggährung, das Mycoderma aceti. Nach diesem Forscher vermag das diffuse Tageslicht und das Sonnenlicht die Essiggährung aufzuhalten, ohne deshalb die Flüssigkeit zu sterilisiren. Wein, in dem Essiggährung angefangen hat, wird durch das Licht wieder restituirt.

In Betreff meiner eigenen Untersuchungen, die ich in der Zeit vom 25. April bis zum 26. Juni 1891 in

Rostock anstellte, möchte ich, ehe ich zur Besprechung der einzelnen Versuche übergehe, einiges sich auf alle Versuche Beziehendes vorausschicken.

Die Versuchskulturen wurden nur an solchen Tagen der Sonne exponirt, an denen Barometerstand und Wetteraussichten am Morgen hoffen liessen, dass die Sonne den ganzen Tag hindurch ununterbrochen scheinen würde. Im Allgemeinen beziehen sich die Angaben über die Dauer der Insolation auf die ununterbrochene Einwirkung der Sonnenstrahlen während dieser Dauer. Jedoch ist auf ganz kurze Unterbrechungen während der Insolationszeit durch Verschleierung der Sonne durch Wolken keine Rücksicht genommen worden. Die Temperatur in der Zeit vom 25. April bis 26. Juni d. Js. war im Durchschnitt für diese Jahreszeit niedrig zu nennen; verhältnissmässig am niedrigsten war sie im Monat Juni. Die zu insolirenden Gläser wurden an der Hofseite des hygienischen Institutes zu Rostock, welche nach Westen liegt, in Drahtschlingen frei schwebend aufgehängt, so dass die Sonnenstrahlen von allen Seiten gleichmässig angreifen konnten und kein von einer Wand reflectirter Sonnenstrahl die Gläser traf. Nach der Insolation wurden sie in das Laboratorium, welches nach Osten liegt, gebracht, und hier weiter beobachtet. Die Temperatur des letzteren entsprach der gewöhnlichen Zimmertemperatur um diese Jahreszeit und lag zwischen 16 und 25° C. Die Nährsubstanzen befanden sich in Reagensgläsern, deren Durchmesser 2 resp. 1 cm betrug. Gläser sowie Nährsubstanz waren nach den Regeln der Bacteriologie, welche als bekannt vorausgesetzt werden, vor der Impfung steril gemacht. Die Versuchsmikroben wurden kurz vor Beginn der Insolation auf das zu exponierende Nährsubstrat übergeimpft. Als solches diente in den meisten Fällen gelblich gefärbte, klare, alkalisch gemachte Rindfleisch-Bouillon, nur einmal Nährgelatine. Die Menge der Nährsubstanz betrug in den Reagensgläsern mit 2 cm Durchmesser ca.

5 bis 6 ccm, in denen von 1 cm Durchmesser ca. die Hälfte. Nach der Insolation impfte ich von der besonnten Kultur mittelst Stich oder Strich auf Nährgelatine oder ich legte eine Platten- resp. Rollkultur an, nachdem ich 1 Tropfen der Bouillon in die auszugiessende resp. auszurollende Gelatine gebracht hatte. Wuchsen in den Tochterkulturen Kolonien der ursprünglichen, der Sonne exponirten Kulturen, so war mir der Beweis erbracht, dass die Sonnenstrahlen nicht im Stande gewesen waren, die exponirten Mikroben zu tödten. Je nach dem rascheren oder verzögerten Eintreten der Entwickelung schloss ich auf eine stärkere resp. schwächere Einwirkung der Sonnenstrahlen. Zuweilen diente mir auch die mehr oder minder starke Trübung der insolirten Bouillon als Kriterium für die Wirksamkeit der Sonnenstrahlen. Jedoch war ich sehr vorsichtig bei der Heranziehung dieser Erscheinung als Beweismittel, weil ich in Erfahrung gebracht hatte, dass die Trübung der Bouillon zuweilen auch durch Eiweissausscheidung in Folge von Insolation bedingt sein kann. Nur in ganz ausgesprochenen Fällen und auch nur da, wo der Beweis mir schon durch Entwickelung der Tochterkultur erbracht erschien, betrachtete ich die Trübung als durch Entwickelung der besonnten Mikroben bedingt.

Meine ersten Versuche verfolgten den Zweck, den Einfluss des Sonnenlichtes auf die Entwickelung von Keimen im Wasser und in der Erde zu untersuchen, weil es mir auch von praktischem Interesse zu sein schien, festzustellen, inwieweit die Sonne im Stande ist, den Keimgehalt dieser beiden Hauptbestandtheile unserer Erde, die eine lange Zeit im Jahre von ihr beschienen werden und mit denen der Mensch so oft in Berührung kommt, zu beeinflussen. Wenn der Einfluss des Sonnenlichtes sich natürlich auch nur auf die obersten Schichten von Wasser und Erde erstrecken kann, so wäre es trotzdem nicht unwichtig zu erfahren, ob er sie, in denen sich gerade die meisten Keime finden, keimfrei zu machen vermag.

Versuch 1.

Am 28. Mai, Morgens 11 Uhr, beschickte ich zwei Reagensgläser, die vorher steril gemacht waren, mit je 10 ccm Rostocker Leitungswasser, dessen Keimgehalt, wie ich durch gelegentliche Versuche erfahren hatte, kein sehr hoher war. Das eine von beiden wurde sofort in das Laboratorium des hygienischen Institutes in diffuses Tageslicht gebracht, das andere aber an der oben beschriebenen Stelle der Sonne exponirt. Um 5 Uhr Nachmittags entnahm ich beiden Gläsern je einen Tropfen Flüssigkeit mit steriler Pipette und gab sie in je ein Reagensglas mit verflüssigter Nährgelatine, welche ich ausrollte.

Am 29. und 30. Mai waren in den Rollkulturen noch keine Keime in Entwickelung begriffen. Am 31. Mai zählte ich in der Rollkultur, die mit dem nicht insolirten Wasser beschickt war, drei Keime, in der anderen keinen Keim. Am 1. Juni fanden sich in ersterer vier Keime, in letzterer ein Keim.

Versuch 2.

Am 1. Juni, Morgens 9 Uhr, beschickte ich wiederum zwei Reagensgläser mit Rostocker Leitungswasser und wiederholte mit ihnen meinen Versuch vom 28. Mai. Diesmal wurden die Rollkulturen erst nach achtstündiger Insolation, Nachmittags 5 Uhr, angelegt.

Am 3. und 4. Juni konnte ich in der mit dem nicht insolirten Wasser beschickten Rollkultur drei Keime, in der anderen dagegen keinen Keim nachweisen.

Beide Versuche zeigen, dass das Sonnenlicht im Stande ist, je nach der Dauer der Insolation, den Keimgehalt des Wassers zu vernichten resp. die Entwickelung von Keimen zu verlangsamen.

Versuch 3.

Am 29. April, Nachmittags, entnahm ich im Garten des hygienischen Institutes von einer schon 5 Stunden

hindurch von der Sonne beschienenen Stelle mittelst eines kleinen sterilisirten eisernen Löffels, der 1 mg Erde fasst, 1 mg Gartenerde und gab sie in verflüssigte Agar-Agarmasse, die ausgerollt wurde. Zu derselben Zeit legte ich eine gleiche Rollkultur mit 1 mg Gartenerde, von einer beschatteten Stelle entnommen, an. Nach Verlauf von 20 Stunden fanden sich in der zweiten Kultur zahlreiche, makroskopisch sehr gut wahrnehmbare Kolonien, die in der Mehrzahl Kolonien des Wurzelbacillus waren. In der ersten Kultur war kein Keim bemerkbar. Aber schon nach 24 Stunden zeigten sich in ihr die ersten Keime und nach einigen Tagen glich sie der ersten vollkommen.

Versuch 4.

Am 5. Mai, Morgens 10 Uhr, füllte ich zwei kleine flache Porzellanschälchen von ca. 6 cm Durchmesser mit gewöhnlicher Gartenerde. Das eine von beiden wurde mit einem Stück eines blauen Actenbogens derart bedeckt, dass die Sonnenstrahlen die Erde nicht erreichen konnten. Dann wurden beide in die Sonne gestellt. Nachmittags 5 Uhr entnahm ich aus jeder Schale 1 mg Erde auf die beschriebene Weise und legte je eine Gelatine-Plattenkultur an.

Am 8. Mai zählte ich auf der Platte, welche die beschattete Erde enthielt, 183 Kolonien, auf der anderen dagegen nur 48. Am 9. Mai zeigte erstere 248 Kolonien, letztere dagegen nur 144.

Versuch 5.

Einen weiteren Insolationsversuch machte ich mit Filtersand, wie er zur Füllung der Filter der Rostocker Wasserwerke benutzt wird. Dieser Filtersand ist ein Material, welches dem Meeresgrunde bei Warnemünde entnommen wird. Auf ihn werden die Sonnenstrahlen viel ausgiebiger wirken können, als auf Gartenerde, weil die Keime an den kleinsten Partikelchen des Sandes viel

loser haften, wie an denen der Erde. Die Erdpartikelchen sind mit Schlick und anderen Unreinigkeiten mehr umgeben, die dem Eindringen der Sonnenstrahlen einen gewissen Widerstand entgegensetzen. Dass dies sich so verhält, kann schon daraus entnommen werden, dass es viel leichter gelingt, den Filtersand zu desinficiren als Gartenerde.

Die Anordnung des Versuches war dieselbe wie bei Versuch 4.

Am 16. Juni wurden die beiden Porzellanschalen um 12 Uhr Mittags in die Sonne gebracht. Um 5 Uhr Nachmittags wurden wiederum zwei Platten von je 1 mg Filtersand und Gelatine ausgegossen.

Am 20. Juni zählte ich auf der Platte, welche das verdunkelte Material enthielt, einige Hundert gut entwickelte Kolonien, während die andere nur deren 4 aufwies. Am 21. Juni hatte sich das Aussehen der ersten Platte nicht wesentlich geändert, die zweite dagegen enthielt 7 Keime.

Aus dem Ergebniss der drei zuletzt beschriebenen Versuche möchte ich den Schluss ziehen, dass die Sonne zwar nicht sämmtliche Keime an der Erdoberfläche zu tödten vermag, dass sie aber im Stande ist, eine grosse Zahl derselben zu vernichten, einen Theil derselben in ihrer Entwickelungsfähigkeit herabzusetzen.

Inwieweit das Sonnenlicht im Stande ist, einzelne schon gut bekannte Arten von Bacillen und Kokken in ihrer Lebensfähigkeit und Entwickelung zu beeinflussen, soll in den nun folgenden Versuchen gezeigt werden.

Versuch 6.

Am 24. Mai, Morgens 11 Uhr, inficirte ich ein Glas mit verflüssigter keimfreier Nährgelatine durch sporenhaltiges Anthraxmaterial[1]) und brachte dasselbe

[1]) Dasselbe stammte von einer Agarkultur, die sich während der Untersuchungen als voll virulent erwies.

sofort an der schon mehrfach erwähnten Stelle in die Sonne. Nachmittags 5 Uhr wurde die inzwischen erstarrte Kultur in das Laboratorium des hygienischen Institutes gebracht, wo sie dem diffusen Tageslicht ausgesetzt war. Schon nach drei Tagen entwickelten sich hie und da in der Gelatine Kolonien, die man an ihren gelockten Rändern unschwer als Anthraxkolonien unter dem Mikroskope erkennen konnte. Am 28. Mai war ihr Aussehen für Milzbrand sehr charakteristisch.

Versuch 7.

Am 25. Mai, Morgens 11 Uhr, verimpfte ich in ein Reagensglas mit steriler Bouillon sporenhaltiges Anthraxmaterial und brachte es in die Sonne. Abends 7 Uhr wurde das Glas in das Laboratorium gesetzt und sofort von der Bouillon eine Stichkultur auf Nährgelatine abgeimpft. Dieselbe verblieb ebenfalls im Laboratorium. Bemerkt muss werden, dass am 25. Mai die Sonne durch Wolken zeitweilig verschleiert war. Da die Stichkultur am 29. Mai noch kein Wachsthum zeigte, nahm ich an, dass die Sonnenstrahlen den Anthrax getödtet hatten. Die Bouillon war am 29. Mai vollkommen klar.

Die Zuverlässigkeit dieses Versuches wurde durch das Ergebniss der beiden folgenden Versuche bestätigt.

Versuch 8.

Am 25. Mai, Morgens 11 Uhr, wurde ein weiteres Glas voll steriler Bouillon mit sporenhaltigem Anthraxmaterial geimpft und der Sonne bis 1 Uhr Mittags exponirt. Nach beendeter Insolation wurde die Kultur ins Laboratorium gebracht und hier von derselben durch Stich auf Gelatine abgeimpft. Die Stichkultur verblieb wiederum im Laboratorium. Auch sie hatte sich am 28. Mai noch nicht entwickelt. Auch am 3. Juni liess sich Wachsthum nicht konstatiren. Die Bouillon war am 3. Juni gleichfalls klar.

Versuch 9.

Am 27. Mai exponirte ich Mittags von 11 bis 12 Uhr ein Glas mit Bouillon, welches mit sporenhaltigem Milzbrandmaterial um 11 Uhr Morgens geimpft war. Nach der Exposition wurde die Kultur sofort ins Laboratorium gebracht und von derselben eine Gelatine-Stichkultur abgeimpft. Am 30. Mai war diese Stichkultur noch nicht gewachsen. Die Bouillon blieb fortgesetzt ungetrübt.

Versuch 10.

Dieser Versuch schliesst sich eng an den Versuch von Roux an, auf Grund dessen derselbe behauptet, dass die Sonnenstrahlen das Nährmaterial und nicht die Mikroben verändere.

Am 30. Mai, Morgens 11 Uhr, exponirte ich ein Reagensglas mit steriler Bouillon der Sonne. Um 1 Uhr Mittags wurde das insolirte Glas in das Laboratorium gebracht und dort sofort mit sporenhaltigem Anthraxmaterial beschickt. Das so geimpfte Glas verblieb unter dem Einfluss des diffusen Tageslichtes im Laboratorium. Am 4. Juni legte ich von der Bouillon eine Gelatine-Stichkultur an, an der ich am 8. Juni noch kein Wachsthum konstatiren konnte. Die Bouillon war am 8. Juni ebenfalls vollkommen klar.

Versuch 11.

Am 1. Juni, Nachmittags 4 Uhr, verimpfte ich in zwei Reagensgläser mit steriler Bouillon sporenhaltiges Anthraxmaterial. Dann füllte ich einen Messcylinder von 100 ccm Inhalt mit Leitungswasser, einen gleichen Cylinder aus Glas mit einer concentrirten Lösung von Nigroisin und Galläpfeltinte. In jedes dieser beiden Gefässe wurde ein Reagensglas der geimpften Bouillon so hineingestellt, dass die Dicke der Flüssigkeitsschicht zwischen Wand des Reagensglases und Wand des Cylinders

eine möglichst geringe war. Die Glascylinder wurden bis 6 Uhr der Sonne exponirt. Darauf wurden sie in das Laboratorium gebracht, die Reagensgläser mit Bouillon wurden herausgenommen, und von beiden ein Stich auf Gelatine abgeimpft. Sämmtliche vier Kulturen blieben im Laboratorium.

Die Stichkulturen sind schon am 2. Juni beide im Wachsen begriffen. Die Bouillon in beiden Gläsern beginnt sich zu trüben.

Am 6. Juni zeigt sich ein deutlicher Unterschied in dem Wachsthum beider Gelatinestiche. Das in der dunklen Flüssigkeit gewachsene Anthraxmaterial ist dem anderen in der Entwickelung bedeutend voraus. Die Bouillon ist bei ersterem stärker getrübt, der Stich entwickelter und mehr verflüssigt als bei letzterem.

Versuch 12.

Am 6. Juni, Morgens 9 Uhr, füllte ich ein kleines steril gemachtes Reagensglas, dessen obere Oeffnung durch Zuschmelzen auf ein Minimum reducirt war, mit steriler Bouillon. Hierauf wurde das zurückgebliebene kleine Lumen mit Siegellack verschlossen, nachdem zuvor die Bouillon mit sporenhaltigem Anthraxmaterial geimpft war. Die auf diese Weise luftdicht verschlossene Kultur wurde sofort der Sonne exponirt. Nachmittags um 5 Uhr wurde sie ins Laboratorium gebracht, geöffnet und darauf eine Rollkultur in Gelatine angelegt. Dieselbe entwickelte schon nach Verlauf von drei Tagen eine ansehnliche Menge von Anthraxkolonien.

Die nun folgenden fünf Versuche beschäftigen sich mit dem Einfluss der verschiedenfarbigen Strahlen des Sonnenspectrums auf die Lebensfähigkeit von sporenhaltigem Anthraxmaterial. Ich will kurz, ehe ich auf die einzelnen Versuche übergehe, schildern, wie ich die Farben des Sonnenspectrums auf die Kulturen zur Ein-

wirkung brachte. Ich bediente mich kleiner, schlanker Reagensgläser von 1 cm Durchmesser, in welche hinein ich die mit Anthrax inficirte Bouillon brachte. Die Reagensgläser werden auf Platten von verschiedenfarbigem Glas, welche 13 cm lang und 5 cm breit waren, mit ihrem oberen Ende durch gummirte Papierstreifen befestigt, so dass das Sonnenlicht, ehe es auf die Reagensgläser wirken konnte, die farbigen Gläser hatte passiren müssen. Dann wurde die Seite der bunten Glasplatte, auf welcher das Reagensglas befestigt war, mit schwarzem Papier umsiegelt, so dass von hinten kein diffuses resp. reflectirtes Sonnenlicht auf die Nährflüssigkeit und die in ihr enthaltenen Anthraxsporen fallen konnte, sondern die farbigen Sonnenstrahlen voll und ganz zur Wirkung kommen mussten.

Versuch 13.

Am 20. Juni, Morgens 11 Uhr, impfte ich in ein Reagensglas mit Bouillon sporenhaltiges Anthraxmaterial und bedeckte es mit einem blauen Glase, hierauf wurde es der Sonne exponirt. Bis Nachmittags 3 Uhr war die Sonne oft durch Wolken verschleiert; von 3 Uhr bis 5½ Uhr beschien sie jedoch die Kultur ununterbrochen. Um 5½ Uhr wurde die Kultur ins Laboratorium gebracht und eine Rollkultur in Gelatine mit zwei Tropfen der insolirten Flüssigkeit angelegt.

Am 22. Juni hatten sich in der Rollkultur zahlreiche Kolonien entwickelt, deren Zahl an den folgenden Tagen wuchs. Die Bouillon erwies sich mässig getrübt.

Versuch 14.

Am 20. Juni machte ich denselben Versuch, den ich soeben beschrieben, zu derselben Zeit und unter denselben Bedingungen. Anstatt des blauen Glases bediente ich mich eines gelben und legte am Schluss der Insolation eine Rollkultur an.

Am 22. Juni hatten sich in der Kultur Kolonien noch zahlreicher entwickelt, als in der sub 13 beschriebenen.

An den gelockten Rändern der Kolonien konnte man sie unter dem Mikroskope unschwer als Anthraxkolonien erkennen. An den folgenden Tagen nahmen die Kolonien an Grösse und Zahl zu und fingen langsam an zu verflüssigen. Die Bouillon war stärker, als diejenige beim vorhergehenden Versuch getrübt. Ueberhaupt gewann ich den Eindruck, als ob das Sonnenlicht nicht so stark hemmend auf die Entwickelung der Milzbrandsporen gewirkt habe, wie im vorhergehenden Versuche.

Versuch 15.

Auch dieser Versuch ist eine Wiederholung der beiden voraufgehenden. Er wurde am 20. Juni zu derselben Zeit und unter denselben Bedingungen mit sporenhaltigem Anthraxmaterial gemacht.

Zur Bedeckung der Nährflüssigkeit wurde diesmal ein grünes Glas verwandt. Nach der Insolation wurden zwei Tropfen der Nährflüssigkeit in Gelatine gebracht und ausgerollt.

Am 22. Juni hatten sich schon zahllose Anthraxkolonien in der Rollkultur entwickelt, die in den nächsten Tagen zum Beginn der Verflüssigung der Gelatine führten.

Die Bouillon war ziemlich stark getrübt. Es lag auf der Hand, dass in diesem Falle eine $2^1/_2$stündige Insolation die Entwickelung der Milzbrandsporen nicht im mindesten beeinflusst hatte.

Versuch 16.

Derselbe schliesst sich in Bezug auf Zeit, Ort und Technik den drei vorhergehenden Versuchen an. Die mit sporenhaltigem Anthraxmaterial beschickte Bouillon wurde mit einem rothen Glase bei der Insolation bedeckt. Um $5^1/_2$ Uhr brachte ich sie ins Laboratorium und legte, wie eben beschrieben, eine Gelatine-Rollkultur an.

Am 22. Juni hatten sich in dieser Kultur zahllose Anthraxkolonien entwickelt und in den folgenden Tagen

begann die Verflüssigung, nachdem auch hier eine Zunahme an Grösse und Zahl der Keime vorhergegangen war. Die Bouillon war noch stärker getrübt wie unter 15. Ich hatte den Eindruck, als ob in diesem Falle das Sonnenlicht noch weniger wie im vorigen vermocht habe, die Milzbrandsporen zu tödten.

Versuch 17.

Er ist ebenfalls am 20. Juni von Nachmittags 3 Uhr bis 5½ Uhr angestellt worden. Die Bouillon wurde vor der Exposition mit sporenhaltigem Anthraxmaterial geimpft und dann hinter einem violetten Glase exponirt.

Die angelegte Rollkultur verhielt sich am 22. Juni wie die im vorigen Versuch beschriebene. Die Bouillon zeigte dieselbe Trübung. Das Sonnenlicht hatte also auch in diesem Falle auf Entwickelung der Anthraxsporen keinen hemmenden Einfluss geübt.

Versuch 18.

Am 19. Juni impfte ich Bouillon mit Milzbrandsporen und brachte die Kultur kurze Zeit in den Thermostat bei einer Temperatur von 31 ° C. Die mikroskopische Untersuchung ergab am 20. Juni, dass in der Kulturflüssigkeit sich nur Milzbrandbacillen, also Wuchsformen, befanden. Nunmehr wurde die Milzbrandbacillen enthaltende Bouillon von Nachmittags 3 Uhr bis ½6 Uhr der Sonne exponirt und mit 2 Tropfen der Bouillon eine Rollkultur angelegt.

Am 22. Juni hatten sich in der Rollkultur zahlreiche Milzbrandkolonien entwickelt, die sich am 23. Juni an Grösse und Zahl noch vermehrt hatten. Die Bouillon im Thermostaten hatte sich schon getrübt.

Versuch 19.

Dieser Versuch, sowie die beiden folgenden sind Kontrollversuche für den eben beschriebenen.

Am 23. Juni exponirte ich zwei Reagensgläser, welche in Bouillon Milzbrandbacillen enthielten, von 12 Uhr Mittags bis 5½ Uhr Nachmittags der Sonne. Darauf brachte ich beide Gläser ins Laboratorium und legte Gelatine-Rollkulturen mit je zwei Tropfen der Milzbrandbacillen enthaltenden Bouillon an. Wie vor dem vorigen Versuche, so war auch vor diesem Versuche durch das Mikroskop der Beweis erbracht, dass sich in den Nährflüssigkeiten nur Milzbrandbacillen befanden.

Am 24. Juni Morgens, also nach Verlauf von noch nicht 24 Stunden, konnte ich durch das Mikroskop in beiden Rollkulturen zahllose Kolonien nachweisen, welche das für Milzbrandbacillen charakteristische gelockte Aussehen hatten. Die Milzbrandbacillen waren also durch 5½ stündige Insolation nicht getödtet, ja nicht einmal in ihrer Entwickelung gehemmt.

Versuch 20.

Am 24. Juni Morgens gab ich in ein Reagensglas mit steriler Bouillon einen Tropfen Milzbrandbacillen enthaltenden Materials und exponirte die geimpfte Nährflüssigkeit der Sonne von ¾12 Uhr Mittags bis 5 Uhr Abends. Hierauf wurde von dieser Kultur eine Gelatine-Rollkultur angelegt.

Wiederum nach kaum 24 Stunden, am 25. Juni, konnte ich mit Hülfe des Mikroskopes in der Rollkultur die gelockten Milzbrandkolonien in zahlloser Menge entdecken.

Versuch 21.

Am 24. Juni übertrug ich in ein Reagensglas mit sterilisirtem destillirten Wasser Milzbrandbacillenhaltiges Material und exponirte dasselbe von Mittags ¾12 bis Abends 5 Uhr der Sonne. Nach Beendigung der Insolation wurde ein Tropfen des Wassers in ein Glas mit verflüssigter Gelatine gegeben und eine Rollkultur angelegt.

Am 26. Juni konnte ich in derselben einzelne charakteristische Anthraxkolonien nachweisen. Sie waren in sehr geringer Anzahl vorhanden und gegenüber den im vorigen Versuch beschriebenen um ein Beträchtliches in der Entwickelung zurück.

Versuch 22.

Am 24. Juni inficirte ich eine kleine Menge getrockneter Gartenerde, die schon früher als Milzbrandsporen enthaltend erkannt war, abermals mit Anthraxsporen. Dann wurde sie in einem sterilen Reagensglase der Sonne von Mittags $^3/_4$12 bis Abends 5 Uhr exponirt. Mit einem sterilen Löffel, der ca. 1 mg Substanz fasst, wurde 1 mg Erde in ein Reagensglas mit verflüssigter Gelatine gebracht und zu einer Kultur ausgerollt.

Am 25. Juni hatten sich in dieser Rollkultur schon einige durch das Mikroskop zu erkennende Kolonien gebildet.

Diese waren aber erst am 26. deutlich theilweise als Anthraxkolonien zu erkennen. Ausser ihnen befanden sich in der Kultur verschiedene andere Keime, unter denen wenige verflüssigende waren.

Versuch 23.

Am 16. Juni übertrug ich in ein Reagensglas mit keimfreiem destillirten Wasser sporenhaltiges Anthraxmaterial und insolirte es von $^1/_2$12 Uhr Mittags bis 5 Uhr Abends. Nach der Insolation wurde sofort eine Gelatine-Stichkultur angelegt.

Am 20. Juni hatte letztere sich noch nicht entwickelt und wuchs auch für die Folge nicht.

Meine Versuche über das Verhalten des Milzbrandbacillus und seiner Sporen gegenüber den Strahlen des Sonnenlichtes sind hiermit geschlossen. Im Wesentlichen, kann ich wohl behaupten, haben sie das, was frühere

Forscher über diesen Gegenstand ermittelten, bestätigt, nur in wenigen Punkten weichen die Ergebnisse von den bislang gemachten Erfahrungen ab.

Mein sub 9 gemachter Versuch ergiebt, dass das Sonnenlicht schon im Stande ist durch einstündige Insolation die Milzbrandsporen an ihrer Auskeimung zu verhindern gegenüber der Angabe Arloing's, dass erst eine zweistündige Insolation hierzu ausreiche, während eine geringere Belichtungsdauer nur die Entwickelung der Milzbrandkolonien verzögere und gegenüber der Angabe von Roux, dass hierzu 2 bis 8 Stunden nöthig seien. Ich möchte diese Verschiedenheit der Ergebnisse auf die Ungleichheit der Bedingungen, unter denen die einzelnen Versuche gemacht wurden, schieben. Das Material, die Nährflüssigkeit selbst, und die Dicke der der Sonne exponirten Schicht, sowie die Ungleichheit und Unbeständigkeit des Sonnenlichtes fallen bei der Beurtheilung und Vergleichung der Ergebnisse der einzelnen Versuche schwer ins Gewicht.

Sehr auffällig ist es, dass die Sonnenstrahlen die Milzbrandsporen, die doch als Dauerformen gewöhnlich resistenter als die Wuchsformen sind, eher tödten, als die Bacillen. Man hat versucht auf die verschiedenste Art und Weise diese Thatsache zu erklären, aber die Anzahl der Erklärungsversuche beweist zur Genüge, wie wenig dieselben bisher befriedigt haben. Dass wirklich die Bacillen schwerer getödtet werden, als die Sporen, bezeugt auch Arloing, der 24 Stunden hindurch im Thermostaten gezüchtete Milzbrandbacillen durch 2stündige Insolation nicht zu tödten vermochte. Das Gleiche fand Roux.

Dass die vernichtende Kraft der Sonnenstrahlen an die Gegenwart von Luft gebunden ist, bestätigt mein sub 12 beschriebener Versuch. Er steht in vollem Einklange mit den Versuchen von Downes und Blunt, die sich auf keimhaltige Nährflüssigkeit überhaupt bezogen, sowie mit den Versuchen von Gaillard und denen von

Roux, die sich mit der Einwirkung des Sonnenlichtes auf die Entwickelung der Anthraxsporen bei Luftabschluss beschäftigten.

Aber nicht nur die Gegenwart von Luft allein, sondern auch ein passender Nährboden ist erforderlich, um die bacterientödtende Kraft der Sonne voll zur Geltung zu bringen. Auf Gelatine geimpftes, sporenhaltiges Anthraxmaterial gelang mir nicht durch Insolation zu vernichten, wie Versuch 6 beweist.

Versuch 11 sollte den Beweis erbringen, dass eine Kultur von sporenhaltigem Anthraxmaterial, die dem Einfluss des Sonnenlichtes, nicht der Sonnenwärme entzogen war, sich regelmässig entwickelte, während eine Kultur, die beiden Einflüssen zugänglich war, sich nicht entwickeln sollte. Wenn nun trotzdem die in dem Cylinder mit Leitungswasser gebrachte Anthraxkultur sich, wenn auch verzögert, entwickelte, so wird der Grund darin zu suchen sein, dass zwischen der Wand des Reagensglases und des Glascylinders sich eine, wenn auch nur dünne Wasserschicht befand. Auf diese Weise bestätigt der Versuch die Angabe Arloing's, dass Sonnenstrahlen, welche Wasser passirt haben, ihre Wirkung auf Vernichtung der Anthraxsporen einbüssen.

Der Behauptung von Strauss, dass die Anthraxsporen, in destillirtem, keimfreien Wasser insolirt, nicht zu Grunde gehen, kann ich nach dem Ergebniss meines sub 23 beschriebenen Versuches nicht beipflichten. In diesem Punkte möchte ich mich Arloing anschliessen, der ermittelte, dass auch in destillirtem Wasser die Anthraxsporen, wenn auch nach mehr als 5stündiger Insolation vernichtet werden.

Die einzelnen farbigen Strahlen des Spectrums vermögen nach meinen Versuchen nicht, wie das volle Sonnenlicht innerhalb zweier Stunden Anthraxsporen zu vernichten. Allerdings scheinen die blauen und gelben Strahlen die Entwickelung der Anthraxsporen zu verzögern.

Arloing hatte gefunden, dass die farbigen Strahlen des Spectrums überhaupt die Entwicklung der Anthraxsporen nicht beeinflussen. Da Arloing aber die farbigen Strahlen durch Hindurchleiten der Sonnenstrahlen durch farbiges Wasser erzielte, so erscheint mir, da das Passiren einer Wasserschicht schon im Stande ist, die Sonnenstrahlen unwirksam zu machen, der Arloing'sche Versuch nicht absolut beweisend und unanfechtbar. Gaillard behauptet, dass jeder differenten Strahlensorte des Spectrums eine specifische Wirksamkeit, aber eine geringere, als diejenige des zusammengesetzten Lichtes zukommt, was ich nicht bestätigen kann. Ebenso wenig kann ich der Angabe Serrano E. Fatigatis beipflichten, dass grünes Licht die Entwickelung der Bakterien hemmt. Mit der Angabe von Santori Saverio, dass violette und rothe Strahlen die Mikroben nicht vernichten, stehen dagegen meine Versuche in vollem Einklang.

Nach dem Resultat meines sub 22 beschriebenen Versuches, betreffend die Einwirkung der Sonnenstrahlen auf anthraxhaltige Erde, kann ich mich der Angabe von Santori Saverio, dass die Wirkung der Insolation auf Mikroben in einem feuchten Nährmedium intensiver ist, als auf Mikroben im angetrockneten Zustande, nur anschliessen. Wenn die Sonnenstrahlen ein so kleines Quantum Erde, wie das insolirte, nicht zu desinficiren vermögen, dann muss man mit Recht an der Richtigkeit der Angabe, dass vom Buschwerk befreite Weideplätze durch die Kraft der Sonnenstrahlen assanirt werden können, zweifeln.

Meinen Versuchen mit dem Bacillus anthracis reihe ich einige Versuche über die Wirksamkeit der Sonnenstrahlen gegenüber dem Erzeuger des Schweinerothlaufs an, weil die Sonnenstrahlen sein Wachsthum in Bouillon, gleicherweise wie die Entwickelung des Anthrax inhibiren. Er ist ausser dem Anthrax das einzige Mikrobion, welches, wie ich nach dem Resultat meiner Versuche annehmen

muss, durch das Sonnenlicht abgetödtet wird. In der Litteratur finde ich keine Versuche über Einwirkung des Sonnenlichtes auf den Erreger des Schweinerothlaufes verzeichnet.

Versuch 24.

Am 16. Juni inficirte ich ein Reagensglas mit steriler Bouillon mit Schweinerothlauf. Das Glas hatte einen Durchmesser von 2 cm. Hierauf wurde es von 12 Uhr Mittags bis 5 Uhr Nachmittags der Sonne exponirt und nach vollendeter Insolation von der Bouillon auf Nährgelatine abgestochen.

Der Stich entwickelte sich nicht.

Versuch 25.

Am 16. Juni impfte ich ein weiteres Reagensglas von nur 1 cm Durchmesser, welches sterile Bouillon enthielt, mit Schweinerothlauf. Nach gehöriger Insolation von 12 Uhr Mittags bis 5 Uhr Nachmittags impfte ich auf Gelatine durch Stich ab.

Der Stich zeigte am 24. Juni noch kein Wachsthum. Die Bouillon blieb klar.

Den Versuchen über Schweinerothlauf lasse ich einige Versuche mit Typhus folgen.

Versuch 26.

Am 25. April, Morgens 11 Uhr, impfte ich ein Glas voll steriler Bouillon mit Typhusbacillen und exponirte es bis 5 Uhr Nachmittags der Sonne. Hierauf wurde es ins Laboratorium gebracht und von der mit Typhus inficirten Bouillon auf Gelatine abgeimpft.

Die solcherart hergestellte Stichkultur begann schon nach einem Tage zu wachsen und entwickelten sich regelmässig. Die Bouillon zeigte schon am Abend des 25. April eine starke Trübung.

Versuch 27.

Am 24. Mai, Morgens 7 Uhr, verflüssigte ich ein Reagensglas mit Nährgelatine und impfte dieselbe mit Typhusbacillen. Hierauf wurde sie ins Freie gebracht und von ½11 Uhr bis ½3 Uhr von der Sonne beschienen.

Am 27. Mai konnte ich durch das Mikroskop in der Gelatine unzählige charakteristisch fein granulirte Typhuskolonien nachweisen.

Die mit grosser Bestimmtheit von Janowski im vorigen Jahre ausgesprochene Behauptung, dass mit Typhusvirus geimpfte Bouillon nach 6stündiger Insolation steril sei, bewog mich, noch weitere Versuche über die Wirkung des Sonnenlichtes auf den Typhusbacillus zu machen.

Versuch 28.

Am 25. Mai, Morgens 10 Uhr, impfte ich ein Reagensglas voll Bouillon mit Typhusbacillen und exponirte es bis Nachmittags 6 Uhr den Strahlen der Maisonne. Nach der Insolation wurde von der Bouillon sofort auf Gelatine abgestochen.

Diese Stichkultur entwickelte sich deutlich am 27. Mai, während die Bouillon sich am 26. Mai schwach trübte und am 27. Mai als deutlich getrübt bezeichnet werden musste.

Am 27. Mai wurde die Typhus-Bouillonkultur wiederum von 11 Uhr Morgens bis 5 Uhr Nachmittags der Sonne exponirt und nach beendeter Insolation ein Stich auf Gelatine abgeimpft.

Diese Stichkultur machte in ihrem Wachsthum schon am 29. deutliche Fortschritte. Die Trübung der Bouillon blieb ziemlich dieselbe. Am 28. Mai insolirte ich die Bouillonkultur zum dritten Male von 11 Uhr Morgens bis 5 Uhr Nachmittags und legte nach der Insolation eine Gelatine-Stichkultur an.

Dieselbe entwickelte sich am 30. Mai, während die Bouillon nach wie vor stark getrübt blieb.

Um die Einwirkung der Sonnenstrahlen auf die mit Typhus geimpfte Bouillon möglichst stark zur Geltung zu bringen, habe ich noch drei weitere Versuche angestellt, bei denen ich mich Reagensgläser von nur 1 cm Durchmesser bediente.

Versuch 29.

Am 4. Juni, Morgens von 11 Uhr bis Nachmittags 5 Uhr, exponirte ich in einem der eben erwähnten Gläser mit Typhus inficirte Bouillon der Sonne. Darauf brachte ich die Kultur ins Laboratorium und legte mit einem Tropfen der Bouillon eine Rollkultur an.

Am 6. Juni konnte ich weder in der Rollkultur einen Keim entdecken, noch eine Trübung der Bouillon bemerken. Jedoch schon am 8. Juni hatten sich in der Gelatine verschiedene Kolonien entwickelt und die Bouillon war ein wenig getrübt.

Versuch 30.

Ein gleiches Reagensglas voll Bouillon wurde am 26. Juni mit Typhusbacillen geimpft und von Mittags 12 Uhr bis Nachmittags 5½ Uhr der Sonne exponirt. Hierauf wurde mit einem Tropfen der Bouillon eine Gelatine-Rollkultur angelegt.

Dieselbe war schon am 27. Juni Morgens von einem weissen Schimmer überzogen. Mikroskopische Untersuchung zeigte zahlreiche kleine in Entwicklung begriffene Typhuskolonien. Die Bouillon hatte sich vom 26. auf 27. stark getrübt. Erwähnt muss werden, dass die Temperatur des Zimmers, in welchem sich die Rollkulturen befanden, gegen 25° C. betrug.

Versuch 31.

Mit der im vorhergehenden Versuch beschriebenen Typhuskultur wurde zu gleicher Zeit eine andere Typhus-

kultur exponirt, welche in Stanniolpapier eingehüllt war, um auf sie nur die Sonnenwärme, nicht das Licht einwirken zu lassen. Von ihr wurde gleichfalls eine Rollkultur angelegt.

Sie glich am 26. Juni Morgens, also nach noch nicht 24 Stunden, vollkommen der sub 29 beschriebenen. Die Bouillon war schon am Schluss der Insolation stark getrübt.

Auf Grund der Ergebnisse meiner Versuche kann ich also der Ansicht Janowski's, dass die Sonnenstrahlen innerhalb einer Zeit von 6 Stunden Typhusbouillon steril zu machen vermögen, nicht beipflichten. Mein sub 29 beschriebener Versuch scheint zu zeigen, dass sie nur im Stande sind, die Entwickelung von Typhusbacillen, sobald sie in einer dünnen Bouillonschicht der Sonne exponirt werden, zu verlangsamen. Vielleicht ist aber auch dies durch den Versuch nicht einmal vollständig erwiesen, da die Temperatur niedrig und der Entwickelung von Keimen wenig günstig war. Ebensowenig vermag ich die Angabe zu bestätigen, dass eine Typhus-Bouillonkultur, welche täglich dem diffusen Lichte 8 Stunden exponirt, im Uebrigen aber im Dunkeln aufbewahrt wird, in ihrer Entwickelung gehemmt werde.

Meine Kulturen sind Tage hindurch ununterbrochen dem diffusen Tageslicht exponirt gewesen und haben sich trotzdem gut entwickelt. Im Uebrigen stimmen die Resultate der Uffelmann'schen Untersuchungen mit den meinigen vollkommen überein.

Versuch 32.

Am 28. Mai impfte ich Morgens 11 Uhr in ein Reagensglas mit steriler Bouillon Bacillen der Cholera asiatica und exponirte es sofort den Sonnenstrahlen. Nachmittags 5 Uhr wurde es ins Laboratorium gebracht und von der Bouillon auf Gelatine abgestochen.

Die Stichkultur begann sich am 30. Mai zu entwickeln. Eine bemerkbare Trübung der Bouillon trat erst am 31. Mai ein.

Versuch 33.

Am 28. Mai legte ich eine Stichkultur von Cholera asiatica in Gelatine an und exponirte sie von Morgens 11 Uhr bis Nachmittags 5 Uhr den Sonnenstrahlen.

Dieselbe entwickelte sich, ins Laboratorium gebracht, schon nach einem Tage in charakteristischer Weise.

Versuch 34.

Am 30. Mai impfte ich ein Reagensglas voll steriler Bouillon mit Cholera asiatica und insolirte es von 12 bis 1 Uhr Mittags. Darauf wurde von der Bouillon auf Gelatine abgestochen.

Die Stichkultur entwickelte sich für's Auge sichtbar schon nach 2 Tagen. Am 1. Juni war die Bouillon vollständig trübe.

Versuch 35.

Eine weitere Menge Bouillon wurde am 30. Mai mit Cholera asiatica geimpft und von ½11 bis ½1 Uhr den Sonnenstrahlen exponirt. Darauf wurde von der Bouillon auf Gelatine abgestochen.

Die Stichkultur beginnt sich nach drei Tagen, am 26. zu entwickeln. Die Bouillon erweist sich am 1. Juni etwas getrübt.

Einen bemerkenswerthen Einfluss der Insolation auf Entwickelung der Bacillen der Cholera asiatica konnte ich also durch meine Versuche nicht konstatiren. Ausser mir hat nur Santori Saverio mit derselben bislang Versuche angestellt.

Versuch 36.

Am 24. Mai verflüssigte ich eine Quantität steriler Nährgelatine und impfte sie mit Staphylococcus pyogenes aureus. Hierauf wurde die Kultur von ½11 Uhr Morgens bis ½3 Uhr Nachmittags der Sonne exponirt und sodann ins Laboratorium gestellt.

Schon am 26. Mai entwickelten sich die ersten Staphylokokkenkolonien; am 27. Mai waren eine ganze Anzahl derselben gut entwickelt.

Versuch 37.

Am 25. Mai wurde ein Reagensglas voll steriler Bouillon mit Staphylococcus pyogenes aureus. inficirt und von Mittags 11 Uhr bis Abends 7 Uhr insolirt. Bemerkt muss werden, dass die Sonne in grösseren Zwischenpausen zeitweilig durch Gewölk verschleiert war. Nach der Belichtung wurde von der Bouillon auf Gelatine abgestochen.

Diese Stichkultur wuchs am 27. Mai deutlich. Die Bouillon war am 26. Mai leicht, am 27. Mai stark getrübt.

Die stark getrübte Bouillon wurde am 27. Mai zum zweiten Male und zwar von 12 Uhr Mittags bis 6 Uhr Abends insolirt und nach der Insolation von derselben zum zweiten Male auf Gelatine abgestochen.

Die Stichkultur zeigte am 29. Mai deutliches Wachsthum. Die Trübung der Bouillon blieb unverändert.

Am 28. Mai wurde dieselbe Bouillon zum dritten Male und zwar von 11 Uhr Mittags bis 5 Uhr Abends insolirt.

Die von mir abgeimpfte Stichkultur wuchs schon am 29. Mai, also nach ungefähr 24 Stunden. An der Trübung der Bouillon änderte sich nichts.

Die Resultate meiner Versuche über Insolation des gelben Eiterkokkus muss ich als vollständig negativ bezeichnen. Nicht einmal eine Verlangsamung des Wachsthums lässt sich konstatiren. Lübbert kam 1886 gelegentlich seiner biologischen Spaltpilz-Untersuchungen zu denselben Resultaten wie ich. Was Gaillard und Santori Saverio speciell über die Ergebnisse der Insolation des Staphylococcus pyogenes aureus ermittelten, ist mir, da mir die Arbeiten im Original nicht zugänglich waren, nicht bekannt. Aus dem häufigen verbreiteten Vorkommen

des Staphylococcus aureus — es giebt wohl kaum einen Menschen, der nicht mindestens ein Mal im Jahre eine Kultur dieses Kokkus auf seiner Körperoberfläche dulden muss — möchte ich gleichfalls den Schluss ziehen, dass die Sonne nicht viele gelbe Eiterkokken unwirksam macht. Unterlassen möchte ich nicht, hier die Beobachtung mitzutheilen, dass Eiterungen im Gesichte von Soldaten, die Tage lang sich mehrere Stunden der Wirkung der Sonnenstrahlen aussetzen mussten, sich zuweilen sogar verschlimmerten. Und man geht nicht fehl, wenn man voraussetzt, dass dieselben wenn nicht allein, so doch zum Theil vom Staphylococcus pyogenes aureus veranlasst wurden.

Versuch 38.

Am 31. Mai exponirte ich sterile Bouillon, welche mit Staphylococcus pyogenes citreus geimpft war, von Morgens 11 Uhr bis Nachmittags 6 Uhr.

Hierauf wurde von der Bouillon auf Gelatine abgestochen. Diese Gelatine-Stichkultur begann nach 5 Tagen, also am 5. Juni, zu wachsen, während die Bouillon erst am 8. Juni trübe wurde.

Mit dem Staphylococcus pyogenes citreus wurden bisher noch keine Insolationsversuche angestellt. Mir ist es wenigstens nicht gelungen, diesbezügliche Angaben in der Litteratur unseres Gegenstandes aufzufinden.

Da der citreus im Allgemeinen schneller wächst, möchte ich meine Ansicht dahin aussprechen, dass eine 7stündige Insolation den Staphylococcus pyogenes citreus nicht zu tödten, vielleicht in seiner Entwickelung zu hemmen vermag.

Versuch 39.

Am 31. Mai, von Morgens 11 ¼Uhr bis Nachmittags 6 Uhr, insolirte ich Bouillon, welche mit dem Bacillus Finkler-Prior, dem angeblichen, aber nicht wahr-

scheinlichen Erreger der Cholera nostras, geimpft war. Nach der Insolation wurde von der Bouillon auf Gelatine abgestochen.

Dieser Stich begann sich schon am 1. Juni zu entwickeln. Am 2. Juni ist die Bouillon leicht, am 3. Juni total getrübt.

Das Ergebniss meines Versuches berechtigt mich also, mich der Ansicht Uffelmann's, dass eine siebenstündige Insolation weder den Finkler-Prior'schen Bacillus tödtet, noch sein Wachsthum aufhält, voll und ganz anzuschliessen.

Versuch 40.

Ein Reagensglas voll steriler Bouillon am 1. Juni geimpft mit dem Erreger der Hühnercholera wurde von Mittags 11 Uhr bis Nachmittags 6 Uhr insolirt und darauf von der Bouillon auf Nährgelatine abgestochen.

Der Stich begann sich am 2. Juni zu entwickeln. Auch die Bouillon zeigte an diesem Tage deutliche Trübung.

Der Erreger der Hühnercholera, über dessen Verhalten gegenüber der Einwirkung des Sonnenlichtes bisher noch keine Mittheilungen gemacht sind, wird von den Sonnenstrahlen bei 6stündiger Insolation in seinem Wachsthum nicht aufgehalten, wie mein Versuch beweist.

Versuch 41.

Am 1. Juni exponirte ich eine Bouillonkultur des Friedländer'schen Pneumoniekokkus von Mittags 11 Uhr bis Nachmittags 6 Uhr. Hierauf wurde von der Bouillon auf Gelatine abgestochen.

Die Stichkultur begann am 2. Juni zu wachsen. An diesem Tage trat eine Trübung der Bouillon ebenfalls ein.

Die Sonne hatte also durch 6stündige Insolation den Pneumoniekokkus, wie dies auch von Uffelmann bestätigt wird, nicht im Wachsthum zu behindern vermocht.

Versuch 42.

Am 25. April impfte ich Morgens 11 Uhr ein Reagensglas voll steriler Bouillon mit Micrococcus prodigiosus und insolirte es bis 5 Uhr Nachmittags.

Die Bouillon trübte sich, ins Laboratorium gestellt, am 26. April. Eine Röthung derselben erfolgte erst nach mehreren Tagen.

Versuch 43.

Am 5. Juni wurde wiederum Bouillon mit Micrococcus prodigiosus geimpft und von Morgens 7 Uhr bis Nachmittags 5 Uhr in die Sonne gebracht. Dann wurde von der Bouillon auf Gelatine abgestochen.

Der Stich lässt erst am 8. Juni ein langsames Wachsthum und einen Schimmer rother Farbe erkennen, während die Bouillon sich am 6. Juni zwar trübte, aber noch am 8. Juni keine Färbung zeigte.

Wir haben es also mit einer Verlangsamung in der Entwickelung des Mikrokokkus bei 10stündiger Insolation zu thun. Charakteristisch ist, dass durch die Wirkung der Sonnenstrahlen der rothe Farbstoff sich nur spärlich oder garnicht entwickelt, wie dies überdies schon von Gaillard ausgesprochen wurde. Er untersuchte die Wirkung der Sonnenstrahlen auf denselben Kokkus und kam zu dem Resultat, dass das Sonnenlicht der Production der Farbstoffe durch chromogene Bacterien wenig günstig sei. Diese Ansicht findet eine weitere Stütze durch einen Insolationsversuch mit einem anderen Farbstoff erzeugenden Mikrobion, den ich hier anschliesse.

Versuch 44.

Am 31. Mai wurde Bouillon mit dem Bacterium violaceum, welches gelegentlich im Warnowwasser gefunden war, geimpft und von Morgens 11 Uhr bis Nachmittags 6 Uhr der Sonne exponirt. Hierauf wurde von der Bouillon auf Gelatine abgestochen.

Der Stich beginnt sich am 3. Juni zu entwickeln, die Farbe zeigte sich am 6. Juni als mattblauer Anflug. Die Bouillon zeigte am 3. Juni Trübung, ohne sich überhaupt zu färben.

Also auch bei diesem Bacterium erlitt die Farbstoffproduction eine Verzögerung, während die Entwickelung ganz regelmässig erfolgte. Andere über dasselbe angestellte Insolationsversuche konnte ich in der Litteratur nicht finden.

Versuch 45.

Mein letzter Versuch beschäftigt sich mit der Einwirkung der Sonnenstrahlen auf den Leuconostok, jenen zu mehrfach gekrümmten Ketten angeordneten Kokkus, der den Zuckerfabriken zuweilen grossen Schaden zufügt. Von einer Reinkultur dieses Kokkus auf Nährgelatine, die mit Traubenzucker gesüsst war, wurde etwas Material entnommen und in einem Reagensglase, welches 5 bis 6 ccm keimfreien, destillirten Wassers enthielt, gut durch Umschütteln vertheilt. Dann wurde das Reagensglas von 12 bis 5 Uhr der Sonne exponirt. Nach der Insolation wurde eine Strichkultur von dem insolirten Wasser auf mit Traubenzucker versetzte Nährgelatine abgeimpft. Der Versuch wurde am 6. Juni gemacht. Die Kultur, welche zufällig in der Sonne gelegen hatte, war am 17. flüssig geworden und bald darauf wieder erstarrt. Am 18. konnte ich in der Gelatine schon einzelne Kolonien nachweisen, die bis zum 20. Juni sich vergrösserten. Der Beweis, dass dies Leukonostokkeime waren, wurde durch ein gefärbtes Trockenpräparat erbracht. Die Sonne hatte also die Entwickelung des Kokkus nicht zu hemmen vermocht.

Hiermit ist meine Versuchsreihe abgeschlossen. Der besseren Uebersicht wegen möge es mir gestattet sein, dieselbe noch einmal in Form einer kurzen Tabelle folgen zu lassen.

Mikrobe.	Lfd. Nummer des Versuchs.	Datum der Insolation.	Zeit der Insolation.	Dauer der Insolation.	Nährsubstrat.	Abgeimpfte Kultur.	Resultat.	Bemerkungen.
1. Leitungswasser.	1.	28. Mai.	11—5 U.	6 St.	—	Rollkultur.	a. Nach drei Tagen 3 Keime. Nach vier Tagen 4 Keime. b. Nach drei Tagen kein Keim. Nach vier Tagen ein Keim.	a. dunkel. b. insolirt.
	2.	1. Juni.	9—5 U.	8 St.	—	Rollkultur.	Nach vier Tagen 3 Keime. Nach vier Tagen kein Keim.	a. dunkel. b. insolirt.
2. Gartenerde.	3.	29. April.	12—5 U.	5 St.	—	Rollkultur.	Nach 20 St. zahlreiche Kolonien, besonders Wurzelbacillus. Nach 20 St. keine Kolonie, nach 24 St. mehrere.	a. 1 mg von einer beschatteten Stelle. b. 1 mg von einer besonnten Stelle.

	4.	5. Mai.	10—5 U.	7 St.	—	Platten-kultur.	Nach drei Tagen 183 Kolonien, nach vier Tagen 248 Kolonien. ——— Nach drei Tagen 48 Kolonien, nach vier Tagen 144 Kolonien.	a. 1 mg Erde von einer Porzellanschale, die verdeckt, ——— b. 1 mg von einer, die frei exponirt war.
3. Filtersand.	5.	16. Juni.	12—5 U.	5 St.	—	Platten-kultur.	Nach vier Tagen einige 100 gut entwickelte, ebenso nach 5 Tagen. ——— Nach vier Tagen 4 Kolonien, nach 5 Tagen 7 Kolonien.	a. 1 mg Filtersand dunkel, ——— b. 1 mg. Filtersand frei insolirt.
4. Anthrax.	6.	24. Mai.	11—5 U.	6 St.	Nähr-gelatine.	—	Nach drei Tagen entwickeln sich Milzbrandkolonien.	Sporenhaltiges Material.
	7.	25. Mai.	11—7 U.	8 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Entwickelt sich nicht. Bouillon bleibt klar.	Wie vor.
	8.	25. Mai.	11—1 U.	2 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Entwickelt sich nicht. Bouillon bleibt klar.	Wie vor.
	9.	27. Mai.	11—12 U.	1 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Entwickelt sich nicht. Bouillon bleibt klar.	Wie vor.
	10.	30. Mai.	11—1 U.	2 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Entwickelt sich nicht. Bouillon bleibt klar.	Wie vor. Bouillon wurde erst insolirt, dann geimpft.

Mikrobe.	Lfd. Nummer des Versuchs.	Datum der Insolation.	Zeit der Insolation.	Dauer der Insolation.	Nährsubstrat.	Abgeimpfte Kultur.	Resultat.	Bemerkungen.
4. Anthrax.	11.	1. Juni.	4—6 U.	2 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	a. Nach einem Tage beginnt der Stich zu wachsen. Bouillon trübt sich. Nach 5 Tagen Stich entwickelter als sub b.	a. ein Glas in schwarzer Lösung,
							b. Nach einem Tage beginnt der Stich zu wachsen. Bouillon trübt sich.	b. ein Glas in Leitungswasser exponirt.
	12.	6. Juni.	9—5 U.	8 St.	Bouillon.	Rollkultur.	Entwickelt sich nach drei Tagen.	Sporenhaltiges Material. Exposition unter Luftabschluss.
	13.	20. Juni.	11—5½ U.	6½ St.	Bouillon.	Rollkultur.	Nach zwei Tagen entwickeln sich Anthraxkolonien. Bouillon mässig getrübt.	Exposition von den nächsten 5 Versuchen in Gläsern von 1 cm Durchmesser. Sporenhaltiges Material. Bouillon von blauem Glase bedeckt.

14.	20. Juni.	11—5½ U.	6½ St.	Bouillon.	Rollkultur.	Nach zwei Tagen Anthraxkolonien zahlreicher als sub 13. Bouillon stärker als sub 13 getrübt.	Unter gelbem Glas exponirt.
15.	20. Juni.	11—5½ U.	6½ St.	Bouillon.	Rollkultur.	Resultat wie sub 14.	Unter grünem Glas exponirt.
16.	20. Juni.	11—5½ U.	6½ St.	Bouillon.	Rollkultur.	Resultat wie sub 14 und 15. Bouillon stärker als sub 15 getrübt.	Unter rothem Glas insolirt.
17.	20. Juni.	11—5½ U.	6½ St.	Bouillon.	Rollkultur.	Resultat wie sub 16.	Unter violettem Glas insolirt.
18.	19. Juni.	3—5½ U.	2½ St.	Bouillon.	Rollkultur.	Nach drei Tagen zahlreiche Anthraxkolonien.	Milzbrand-Bacillen in den 4 folgenden Versuchen.
19.	23. Juni.	12—5½ U.	5½ St.	Bouillon.	Rollkultur.	Nach einem Tag in beiden Rollkulturen zahllose Anthraxkolonien.	
20.	24. Juni.	¾12—5 U.	5¼ St.	Bouillon.	Rollkultur.	Nach einem Tage zahllose Milzbrandkolonien.	
21.	24. Juni.	¾12—5 U.	5¼ St.	dest. Wasser.	Rollkultur.	Nach zwei Tagen geringe Zahl von Anthraxkolonien.	

Mikrobe.	Lfd. Nummer des Versuchs.	Datum der Insolation.	Zeit der Insolation.	Dauer der Insolation.	Nährsubstrat.	Abgeimpfte Kultur.	Resultat.	Bemerkungen.
4. Anthrax.	22.	24. Juni.	$\frac{3}{4}$12—5 U.	5$\frac{1}{4}$ St.	Gartenerde.	Rollkultur.	Nach einem Tage Anthraxkolonien zu erkennen.	Erde war mit Sporen geimpft.
	23.	16. Juni.	11$\frac{1}{2}$—5 U.	5$\frac{1}{2}$ St.	d. Wasser.	Gelatinestich.	Entwickelt sich nicht.	
5. Schweinerothlauf.	24.	16. Juni.	12—5 U.	5 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Entwickelt sich nicht.	
	25.	16. Juni.	12—5 U.	5 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Entwickelt sich nicht.	Glas von 1 cm Durchmesser.
6. Typhus.	26.	25. April.	11—5 U.	6 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Entwickelt sich schon nach einem Tage. Bouillon schon am ersten Tage getrübt.	
	27.	24. Mai.	$\frac{1}{2}$11—$\frac{1}{2}$3U.	4 St.	Gelatine.	—	Nach drei Tagen in der Gelatine unzählige Typhuskolonien.	
	28₁.	25. Mai.	10—6 U.	8 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Stich beginnt nach zwei Tagen zu wachsen. Bouillon getrübt.	Dieselbe Kultur an drei Tagen insolirt.

	28_2.	27. Mai.	11—5 U.	6 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Stich entwickelt sich am zweiten Tage.	
	28_3.	28. Mai.	11—5 U.	6 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Stich entwickelt sich am zweiten Tage.	
	29.	4. Juni.	11—5 U.	6 St.	Bouillon.	Rollkultur.	Nach vier Tagen entwickeln sich Kolonien. Bouillon trübt sich.	Bei Versuch 29 bis 31 werden Reagensgläser von 1 cm Durchmesser verwandt.
	30.	26. Juni.	12—$5\frac{1}{2}$ U.	$5\frac{1}{2}$ St.	Bouillon.	Rollkultur.	Nach einem Tage zahlreiche kleine Typhuskolonien.	
	31.	26. Juni.	12—$5\frac{1}{2}$ U.	$5\frac{1}{2}$ St.	Bouillon.	Rollkultur.	Das Glas war in Stanniolpapier eingewickelt. Nach einem Tage zahlreiche kleine Typhuskolonien.	
7. Cholera asiatica.	32.	28. Mai.	11—5 U.	6 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Entwickelung nach zwei Tagen. Bouillon am dritten trübe.	
	33.	28. Mai.	11—5 U.	6 St.	Gelatine.	—	Entwickelung nach einem Tage.	

Mikrobe.	Lfd. Nummer des Versuchs.	Datum der Insolation.	Zeit der Insolation.	Dauer der Insolation.	Nährsubstrat.	Abgeimpfte Kultur.	Resultat.	Bemerkungen.
7. Cholera asiatica.	34.	30. Mai.	12—1 U.	1 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Entwickelung nach zwei Tagen. Bouillon zu derselben Zeit getrübt.	
	35.	30. Mai.	½12—½1 U.	2 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Entwickelung nach drei Tagen. Bouillon schon nach zwei Tagen trübe.	
8. Staphylococcus pyogenes aureus.	36.	24. Mai.	½11—½3 U.	4 St.	Gelatine.		Kolonien nach zwei Tagen.	Dieselben Kulturen an drei Tagen insolirt
	37₁.	25. Mai.	11—7 U.	8 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Nach zwei Tagen gewachsen. Bouillon stark trübe.	
	37₂.	27. Mai.	12—6 U.	6 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Am zweiten Tage entwickelt.	
	37₃.	28. Mai.	11—5 U.	6 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Nach einem Tage entwickelt.	
9. Staphylococcus pyogenes citreus.	38.	31. Mai.	11—6 U.	7 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Entwickelt sich nach fünf Tagen. Bouillon trübt sich nach neun Tagen.	

10. Bacillus Finkler-Prior.	39.	21. Mai.	11—6 U.	7 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Beginnt nach einem Tage zu wachsen. Bouillon am vierten Tage total getrübt.
11. Hühnercholera.	40.	1. Juni.	11—6 U.	7 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Stich entwickelt sich, Bouillon trübt sich am zweiten Tage.
12. Friedländerscher Pneumoniecoccus.	41.	1. Juni.	11—6 U.	7 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Stich entwickelt sich, Bouillon trübt sich am zweiten Tage.
13. Micrococcus prodigiosus.	42.	25. April.	11—5 U.	6 St.	Bouillon.	—	Trübung der Bouillon am zweiten Tage. Röthung nach mehreren Tagen.
	43.	5. Juni.	7—5 U.	10 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Stich wächst nach drei Tagen langsam und zeigt einen Schimmer rotherFärbung. Bouillon nach einem Tage getrübt, nach drei Tagen noch nicht gefärbt.

Mikrobe.	Lfd. Nummer des Versuchs.	Datum der Insolation.	Zeit der Insolation.	Dauer der Insolation.	Nährsubstrat.	Abgeimpfte Kultur.	Resultat.	Bemerkungen.
14. Bacterium violaceum.	44.	31. Mai.	11—6 U.	7 St.	Bouillon.	Gelatinestich.	Stich entwickelt sich nach drei Tagen und beginnt sich nach sechs Tagen zu färben. Bouillon trübt sich nach drei Tagen und färbt sich garnicht.	
15. Leukonostok.	45.	16. Juni.	12—5 U.	5 St.	dest. Wasser.	Strich auf Gelatine mit Traubenzucker.	Nach zwei Tagen entwickeln sich Keime, die mikroskopisch als Leukonostok diagnosticirt werden.	

Sämmtliche von mir in Bezug auf ihr Verhalten dem Sonnenlicht gegenüber untersuchten Mikroben haben Tage, zuweilen Monate im Laboratorium des Instituts als Gelatine-Strich- und Stichkulturen im diffusen Tageslichte gestanden, und ich habe nie bemerkt, dass ihre Lebenskraft dadurch geschwächt worden wäre, was sich sicher bei dem wiederholten Umstechen der Kulturen herausgestellt haben würde. Also auch das diffuse Tageslicht war bei sehr langer Dauer der Einwirkung meinen Mikroben gegenüber unwirksam.

Welche Schlüsse berechtigen mich nun die Resultate meiner Versuche zu ziehen? An positiven Ergebnissen habe ich gefunden, dass das Sonnenlicht eine Anzahl Keime, welche im Leitungswasser und der Erde sich finden, zu tödten, eine andere Anzahl in ihrer Entwickelung zu hemmen vermag. Welcher Art die Keime sind, die auf diese Weise unschädlich gemacht resp. geschädigt werden, habe ich nicht untersucht. Aber soviel kann ich sagen, dass von denjenigen Keimen, deren Verhalten dem Sonnenlicht gegenüber ich untersucht habe, mit Ausnahme der Milzbrandsporen, wahrscheinlich kein einziger, sofern er sich im Wasser oder der Erde findet, getödtet wird. Auch Milzbrandsporen in Erde vermochte ich nach 5½ stündiger Insolation nicht zu tödten, nur im Wasser sah ich sie durch die gleiche Insolation zu Grunde gehen, was bekanntlich von Strauss nicht angenommen wird.

Ausser jener Einwirkung auf die in Erde und Leitungswasser enthaltenen Keime zeigt das Sonnenlicht einen vernichtenden Einfluss nur auf Milzbrandsporen und Schweinerothlaufbacillen, aber nicht einmal in jedem Nährmedium. Denn es gelang mir nicht, die Anthraxkeime in Gelatinekulturen zu vernichten. Die übrigen von mir untersuchten Spaltpilze wurden durch das Sonnenlicht nicht vernichtet.

Nach diesen Resultaten muss ich die Behauptung von Duclaux, das Sonnenlicht sei das verbreitetste, billigste und nachhaltigste Mittel zur Tödtung der Mikroorganismen für gewagt, wenn nicht für unrichtig erklären. Ich will gerne zugeben, dass die Sonne am Himmel Frankreichs oder Italiens eine grössere Kraft hat, als bei uns, trotzdem reicht dieselbe aber zweifellos nicht aus, das zu leisten, was Duclaux verspricht. Dazu kommt, dass die Sonnenstrahlen, wenn sie überhaupt die Entwickelung eines Mikrobions beeinflussen, diesen Einfluss meistens nur bei Benutzung eines gewissen Nährmediums, in welchem der Mikroorganismus insolirt wurde, äussern. Und wo kommt es in der Natur vor, dass der Mikrobe gerade in diesem Nährmedium der Sonne exponirt wird? Wenn man ferner in Berechnung zieht, dass viele Mikroben in einer Tiefe sich befinden, in die hineinzudringen die Sonnenstrahlen nicht vermögen, dass viele Stellen der Erde, an denen sich Mikroben befinden, überhaupt nie von der Sonne beschienen werden, so drängt sich unwillkürlich die Ueberzeugung auf, dass der praktische Werth, den die Insolation der Mikroben hat, nicht so sehr hoch anzuschlagen ist, wenigstens in unserem Klima.

Zum Schluss erfülle ich die angenehme Pflicht, dem Herrn Professor Dr. Uffelmann für die Anregung zu dieser Arbeit und für die Unterstützung bei derselben meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.